

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-90599

(43) 公開日 平成10年(1998)4月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 02 B 15/16  
15/167  
27/64  
G 03 B 5/00  
17/00

識別記号

F I  
G 02 B 15/16  
15/167  
27/64  
G 03 B 5/00  
17/00

J  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 FD (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平8-265263

(22) 出願日

平成8年(1996)9月12日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 鈴木 壽三郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内

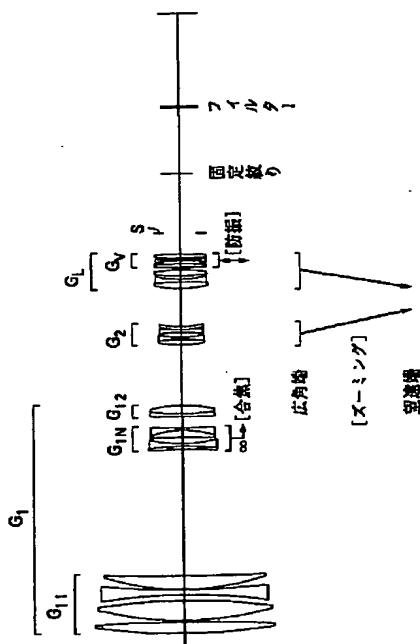
(74) 代理人 弁理士 猪熊 克彦

(54) 【発明の名称】 防振機能を備えたズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 一眼レフ用にも適用可能であって、かつ特に内  
焦式の長焦点のズームレンズに対応可能な高性能な写真  
用やビデオ用ズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に第1レンズ群G<sub>1</sub>と負の屈  
折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>とを有し、最も像側に最  
終レンズ群G<sub>L</sub>を有するズームレンズにおいて、第1レ  
ンズ群G<sub>1</sub>は負の屈折力を有する合焦レンズ群G<sub>1N</sub>を含  
み、最終レンズ群G<sub>L</sub>は防振レンズ群G<sub>V</sub>を含み、合焦に  
際して、合焦レンズ群G<sub>1N</sub>を光軸方向に移動し、変倍に  
際して、少なくとも第2レンズ群G<sub>2</sub>を光軸方向に移動  
し、防振に際して、防振レンズ群G<sub>V</sub>を光軸とほぼ直交  
する方向に移動することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に第 1 レンズ群  $G_1$  と負の屈折力を有する第 2 レンズ群  $G_2$  を有し、最も像側に最終レンズ群  $G_L$  を有するズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群  $G_1$  は負の屈折力を有する合焦レンズ群  $G_{1N}$  を含み、前記最終レンズ群  $G_L$  は防振レンズ群  $G_V$  を含み、

合焦に際して、前記合焦レンズ群  $G_{1N}$  を光軸方向に移動し、

変倍に際して、少なくとも前記第 2 レンズ群  $G_2$  を光軸方向に移動し、

防振に際して、前記防振レンズ群  $G_V$  を光軸とほぼ直交する方向に移動することを特徴とする、防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項 2】 広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群  $G_1$  と第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群  $G_2$  とその像側に位置するレンズ群との間隔が変化する、請求項 1 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項 3】 以下の条件を満足する請求項 1 又は 2 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

$$\Delta S / | f_L | < 0.1 \quad (1)$$

但し、 $\Delta S$ ：防振に際して移動する前記防振レンズ群  $G_V$  の光軸とほぼ直交する方向への最大変位量

$f_L$ ：前記最終レンズ群  $G_L$  の焦点距離

である。

【請求項 4】 以下の各条件を満足する請求項 1、2 又は 3 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

$$0.2 < | f_V | / f_L < 1.0 \quad (2)$$

$$0.05 < | f_{1N} | / f_1 < 1.0 \quad (3)$$

但し、 $f_V$ ：前記防振レンズ群  $G_V$  の焦点距離

$f_L$ ：前記最終レンズ群  $G_L$  の焦点距離

$f_{1N}$ ：前記合焦レンズ群  $G_{1N}$  の焦点距離

$f_1$ ：前記第 1 レンズ群  $G_1$  の焦点距離

である。

【請求項 5】 前記第 2 レンズ群  $G_2$  と最終レンズ群  $G_L$  との間に、正の屈折力を有する第 3 レンズ群  $G_3$  を少なくとも有する、請求項 1、2、3 又は 4 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項 6】 変倍に際して、前記第 3 レンズ群  $G_3$  とその像側に位置するレンズ群との間隔が変化する、請求項 5 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 1 レンズ群  $G_1$  と最終レンズ群  $G_L$  は、変倍に際して光軸方向に固定されている、請求項 6 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項 8】 光軸上に固定された固定絞りを有する、請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 記載の防振機能を備えたズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は写真用レンズ、ビデオ用ズームレンズ等の防振技術に関し、特に防振機能を備えた長焦点のズームレンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 防振機能を備えたズームレンズとしては、例えば特開平 1-191113 号公報に開示されたものがある。これは、2 群以上のレンズ群で構成されるズームレンズにおいて、ズーミングの際に移動するレンズ群ないしは一部のレンズ群で防振するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来の技術では、望遠側の焦点距離が短いことから長焦点のズームレンズに不適であった。また、一眼レフ用や電子画像機器用に十分なバックフォーカスが得られないこと等の欠点も有していた。従って、本発明は、一眼レフ用にも適用可能であって、かつ特に内焦点式の長焦点のズームレンズに対応可能な高性能な写真用や電子画像機器用ズームレンズの提供を課題としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するために、本発明では、物体側から順に第 1 レンズ群  $G_1$  と負の屈折力を有する第 2 レンズ群  $G_2$  を有し、最も像側に最終レンズ群  $G_L$  を有するズームレンズにおいて、第 1 レンズ群  $G_1$  は負の屈折力を有する合焦レンズ群  $G_{1N}$  を含み、最終レンズ群  $G_L$  は防振レンズ群  $G_V$  を含み、合焦に際して合焦レンズ群  $G_{1N}$  を光軸方向に移動し、変倍に際して少なくとも第 2 レンズ群  $G_2$  を光軸方向に移動し、防振に際して防振レンズ群  $G_V$  を光軸とほぼ直交する方向に移動することを特徴とする、防振機能を備えたズームレンズとした。

【0005】 本発明は、写真用やビデオ用のズームレンズに適するように、基本的には物体側より順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群  $G_1$  と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群  $G_2$  を有し、最も像側には正の屈折力を持つ最終レンズ群  $G_L$  を有し、広角端から望遠端への変倍時には、少なくとも第 2 レンズ群  $G_2$  を像側に移動する方式を採用している。さらには、有限距離への合焦は、第 1 レンズ群  $G_1$  中の一部の負のレンズ群  $G_{1N}$  を光軸上に移動させて行うものである。さらには、第 2 レンズ群  $G_2$  と最終レンズ群  $G_L$  との間に、正の屈折力を有する第 3 レンズ群  $G_3$  を配設する構造とすれば、高倍率化、高性能化が達成出来るのでより好ましい。ここで、本発明に係るズームレンズの防振機能の手法を説明すると、レンズ群またはその一部のレンズを防振変位手段によって光軸とほぼ直交する方向に移動させることにより、カメラの揺れや振動に起因する結像状態の変動を補正する方式を採用している。

【0006】 さて、初めに、このタイプのズームレンズの特徴及び利点について簡単に説明すると、長焦点のズームレンズを達成可能のことと、各焦点距離で良好な結

像性能を得られることがあげられる。例えば、写真用ズームレンズの場合には短焦点側で150mm程度、長焦点側で500mm程度のものが知られている。このような優れた性質により、写真用およびビデオ用等の長焦点のズームレンズとして広く用いられている。このように、最も物体側の第1レンズ群G<sub>1</sub>内で合焦する場合は、一定撮影距離の被写体に対して合焦群G<sub>1N</sub>の繰り出し量がズームポジションによらず一定となるため、合焦のための機構が簡素にでき、好都合である。また、合焦時の収差変動も概ね小さく好ましいのである。

【0007】一般的に、凸レンズ群が先行するズームレンズは、第1レンズ群G<sub>1</sub>が最も大型のレンズ群であり、このため、第1レンズ群G<sub>1</sub>やその一部を防振のために光軸と直交する方向に移動する補正光学系にすることは、保持機構及び駆動機構が大型化し好ましくない。また、本発明のズームタイプのように、第1レンズ群G<sub>1</sub>内で合焦をする場合は、合焦のための機構が第1レンズ群G<sub>1</sub>近くに組み込まれるため、構造が複雑になりやすく、防振のための保持機構及び駆動機構が複雑化し好ましくない。従って、本発明におけるズームレンズも同様に、第1レンズ群G<sub>1</sub>を防振補正光学系にするのは好ましくない。また本発明の第2レンズ群G<sub>2</sub>、第3レンズ群G<sub>3</sub>のように、変倍時に光軸方向へ移動するレンズ群も機構が複雑になるため好ましくない。そこで、本発明においては、このような理由と防振時の収差特性の良好なことから、最終レンズ群G<sub>L</sub>中に防振レンズ群G<sub>V</sub>を設けた。このとき、画面中心近くと周辺で画質の変化に差をつけずに防振できるため、開口絞りは、防振レンズ群G<sub>V</sub>の近くに設置することが望ましい。

【0008】本発明においては、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>との間隔が増大し、第2レンズ群G<sub>2</sub>とその像側に位置するレンズ群との間隔が変化することが好ましい。防振レンズ群G<sub>V</sub>と開口絞りは、機構の簡素化のため、ズーミング時に固定とすることが望ましい。また開口絞りとは別に光軸上に固定の固定絞りを設ければ、防振レンズ群G<sub>V</sub>が変位する際の不用なフレア光線を遮蔽するのに、より効果的である。

【0009】また本発明においては、  
 $\Delta S$ ：防振に際して移動する防振レンズ群G<sub>V</sub>の光軸とほぼ直交する方向への最大変位量

f<sub>L</sub>：最終レンズ群G<sub>L</sub>の焦点距離

f<sub>V</sub>：防振レンズ群G<sub>V</sub>の焦点距離

f<sub>1N</sub>：合焦レンズ群G<sub>1N</sub>の焦点距離

f<sub>1</sub>：第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離

としたとき、

$$\Delta S / |f_L| < 0.1 \quad (1)$$

$$0.2 < |f_V| / f_L < 10 \quad (2)$$

$$0.05 < |f_{1N}| / f_1 < 10 \quad (3)$$

なる各条件式を満たすのが好ましい。

【0010】(1)式は、防振レンズ群G<sub>V</sub>の光軸と直交する方向の最大変位量 $\Delta S$ を、最終レンズ群G<sub>L</sub>の焦点距離f<sub>L</sub>との比で適切な範囲を定めたものである。条件式(1)の上限を越えると、防振レンズ群G<sub>V</sub>の最大変位量 $\Delta S$ が大きくなりすぎ、その結果、防振時の収差変動量が大きくなり、不都合である。特に、像面上の周辺位置における、メリディオナル方向の最良像面とサジタル方向の最良像面の光軸方向の差が広がり、不都合である。加えて、機構上も、複雑となるため、好ましくない。また言うまでもなく、移動しなければ防振の作用は得られないであるから $\Delta S$ は0よりも大きい( $\Delta S > 0$ )のである。なお、条件式(1)の上限を0.05とすれば、より好ましい効果が得られる。

【0011】条件式(2)は、防振レンズ群G<sub>V</sub>の焦点距離f<sub>V</sub>を、最終レンズ群G<sub>L</sub>の焦点距離f<sub>L</sub>との比で、適切な範囲を定めたものである。条件式(2)の上限を越えると、防振レンズ群G<sub>V</sub>の焦点距離f<sub>V</sub>の大きさが大きくなりすぎるため、防振時の移動量が大きくなりすぎ、この結果、光軸と直交する方向に移動する際、光束がけられないようにするために、防振レンズ群G<sub>V</sub>のレンズ径を過度に大きくする必要があり、好ましくない。また、ズームレンズ全体の全長が長くなり、不都合である。逆に条件式(2)の下限を越えると、防振レンズ群G<sub>V</sub>の焦点距離f<sub>V</sub>の大きさが小さくなりすぎるため、球面収差が負側に過大となる傾向になり、不都合である。また、防振時の像の移動量が大きくなりすぎ、この結果、防振のため、光軸と直交する方向に移動する際、その方向での微細な位置決めのための制御が困難となるため、不都合である。なお、条件式(2)の下限を0.8とし、上限を4.0とすれば、より好ましい効果が得られる。

【0012】なお、防振レンズ群G<sub>V</sub>の焦点距離f<sub>V</sub>は正であっても、負であっても良いが、明るい光学系を構成するには正である方が好ましい。この場合には、条件式(2)は、

$$0.2 < f_V / f_L < 10 \quad (2P)$$

となる。そして、防振レンズ群G<sub>V</sub>は最も物側に凸レンズを有し、少なくとも1枚の凹レンズを有することが好ましい。また、防振レンズ群G<sub>V</sub>の焦点距離f<sub>V</sub>が負の場合、防振レンズ群G<sub>V</sub>を小型にし易く、全長を短縮し易い利点がある。そして、防振レンズ群G<sub>V</sub>は最も像側に凹レンズを有し、少なくとも1枚の凸レンズを有することが好ましい。なお、条件式(2P)も同様に、下限を0.8とし、上限を4.0とすれば、より好ましい効果が得られる。

【0013】条件式(3)は、第1レンズ群G<sub>1</sub>中の負の屈折力を有する合焦レンズ群G<sub>1N</sub>の焦点距離f<sub>1N</sub>と、第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離f<sub>1</sub>との適切な屈折力の割合を定めたものである。この式は、合焦時の、良好な結像性能を達成するために重要である。条件式(3)の上限

を越えると、球面収差が負側に過大となり易く、また全長が長くなりコンパクト化に向かない。加えて、ペツツバール和が正側に過大となりやすくなるばかりか、非点隔差と像面の曲がりが大きくなり、良好な結像性能は得られない。逆に条件式(3)の下限を越えると、十分な長さのバックフォーカスを確保することが困難となり、不都合である。また、球面収差が負側に過大となり易くなり、主光線よりも上側の光線に外向性のコマ収差が生じやすくなるため、不都合である。なお、条件式(3)の下限を0.1とし、上限を1.0とすれば、より好ましい効果が得られる。

【0014】更に、良好な性能を得るためにには、(1)～(3)式に加えて、以下の条件式(4)、(5)を満たすことが望ましい。

$$0.3 < |r_{vL}/f_v| < 30.0 \quad (4)$$

$$0.02 < L/f_L < 0.35 \quad (5)$$

但し、 $r_{vL}$ ：防振レンズ群G<sub>v</sub>の最も像側の面の曲率半径

L：防振レンズ群G<sub>v</sub>の光軸上の厚さ

である。(4)式の上限を越えても下限を越えても、防振時に球面収差の変動と像面弯曲、非点収差の変動が過大となってしまうため、不都合である。なお、条件式

(4)の下限を0.4とし、上限を20.0とすれば、より好ましい効果が得られる。条件式(5)は、防振レンズ群G<sub>v</sub>の光軸上の厚さLを、最終レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離f<sub>L</sub>に対する比で、適切な範囲を示したものである。条件式(5)の上限を越えると、防振レンズ群G<sub>v</sub>の光軸上の厚さLが大きくなりすぎ、防振レンズ群G<sub>v</sub>が大型化しズームレンズ全体の全長が長くなりすぎ、不都合であるばかりか、防振機構が複雑となるため、不都合である。なお、条件式(5)の下限を0.03とし、上限を0.15とすれば、より好ましい効果が得られる。

【0015】実際に防振レンズ群G<sub>v</sub>を構成する際は、前述の諸条件に加えて、以下の条件式(6)、(7)を満たすことが望ましい。

$$0.06 < \Delta n \quad (6)$$

$$5.0 < \Delta v \quad (7)$$

但し、 $\Delta n$ ：防振レンズ群G<sub>v</sub>中の最も物体側の凸レンズと、最も物体側の凹レンズとの屈折率の差

$\Delta v$ ：防振レンズ群G<sub>v</sub>中の最も物体側の凸レンズと、最も物体側の凹レンズとのアッベ数の差である。条件式(6)の下限を越えると、望遠端での球面収差の補正が困難となり、その結果、良好な結像性能が得られなくなるため、不都合である。なお、このとき最も物体側の凸レンズの屈折率よりも、最も物体側の凹レンズの屈折率の方が高い。条件式(7)の下限を越えると、軸上色収差の発生が過大となり、その結果、良好な結像性能が得られなくなるため、不都合である。

【0016】さらに、ズームレンズの構成上、第2レン

ズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>は変倍系を構成するため、次の条件も重要である。

$$0.1 < |f_2|/f_1 < 0.45 \quad (8)$$

$$0.8 < f_L/f_3 < 1.7 \quad (9)$$

但し、 $f_2$ ：第2レンズ群G<sub>2</sub>の焦点距離

$f_3$ ：第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離

である。条件式(8)の上限を越えると、望遠端での球面収差が負方向に甚大となるばかりか、コマ収差の変動が過大となって、不都合である。条件式(8)の下限を越えると、広角端での非点隔差が大となり、広角端と望遠端で歪曲収差が負方向に大きく移動し、ペツツバール和が負側に変移しやすくなり、不都合である。条件式

(9)の上限を越えると、球面収差が負方向に甚大となるばかりか、コマ収差の変動が過大となるため、不都合である。また、ペツツバール和も正側に変移しやすくなり、不都合である。条件式(9)の下限を越えると、ズームレンズ全体の全長が長くなり不都合であるばかりか、望遠端で歪曲収差が正方向に過大となり易く、不都合である。また、第3レンズ群G<sub>3</sub>よりも物体側のレンズ群の径が大きくなり、不都合である。

【0017】また、第1レンズ群G<sub>1</sub>は、合焦のための負レンズ群G<sub>1N</sub>の物側に、凸レンズ群G<sub>11</sub>を有することが望ましい。そして、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$0.15 < L_{1N}/f_1 < 0.8 \quad (10)$$

但し、 $L_{1N}$ ：凸レンズ群G<sub>11</sub>と合焦レンズ群G<sub>1N</sub>との無限遠撮影時の空気間隔である。条件式(10)の上限を越えると、第1レンズ群G<sub>1</sub>の全長が大きくなりすぎるため、不都合である。また、ペツツバール和も正側に変移しやすくなり、不都合である。条件式(10)の下限を越えると、合焦レンズ群G<sub>1N</sub>のレンズ径が大きくなりすぎて不都合であるばかりか、合焦レンズ群G<sub>1N</sub>より像側のレンズ群の径が大きくなり、不都合である。さらには、第1レンズ群G<sub>1</sub>は、合焦レンズ群G<sub>1N</sub>の像側にも凸レンズ群G<sub>12</sub>を有することが望ましい。このような構成により、第1レンズ群G<sub>1</sub>内における、合焦レンズ群G<sub>1N</sub>に対する屈折力配分の自由度が増すため、優れた合焦性能を達成するために好ましいのである。

【0018】また本発明においては、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$0.2 < f_w/(f_w \cdot Z) < 0.8 \quad (11)$$

但し、 $f_w$ ：ズームレンズ全体の広角端での焦点距離

Z：ズームレンズ全体のズーム比

である。条件式(11)の上限を越えると、第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離f<sub>1</sub>の大きさが大きくなりすぎるため、ズームレンズ全体の長さが大きくなってしまい不都合である。また、第2レンズ群G<sub>2</sub>よりも像側のレンズの径が大きくなりがちとなり、不都合である。条件式(1)の下限を越えると、第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離f<sub>1</sub>の大きさが小さくなりすぎるため、変倍時の球面収差が

負方向に甚大となるばかりか、コマ収差の変動が過大となるため、不都合である。また、ペツツバール和も正側に過度に変移しやすくなり、不都合である。

【0019】さて、このようなタイプは長焦点のズームレンズに向いており、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$f_e / L_A > 7.0 \quad (12)$$

$$f_w / L_A > 3.5 \quad (13)$$

但し、 $f_e$ ：ズームレンズ全体の望遠端での焦点距離

$L_A$ ：画面対角長

である。条件式(11)、(12)をはずれると、本発明の狙いを逸脱するばかりか、諸収差をバランス良く補正することが困難となる。特に、像面湾曲とコマ収差の補正が困難となる。

【0020】実際に、ズームレンズを構成するときは、以上に述べた条件に加えて、第1レンズ群 $G_1$ と最終レンズ群 $G_L$ を固定とし、第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ との移動により、または、第2レンズ群 $G_2$ と最終レンズ群 $G_L$ との移動により、ズーミングを行う構成とすることが望ましい。また、第3レンズ群 $G_3$ を配置するときには、第3レンズ群 $G_3$ と最終レンズ群 $G_L$ との間をほぼアフォーカルとすることが望ましい。このような構成を取ることにより変倍のための機構を簡素な構成とすることが可能である。

【0021】さて、ここで、具体的に各群を構成するときの各群の形状について述べると、最終レンズ群 $G_L$ については、防振レンズ群 $G_v$ を最終レンズ群 $G_L$ の最も像側に位置させるか、または凸レンズ群の像側に位置させることが好ましい。凸レンズ群の像側に位置させると、凸レンズ群の収斂作用により、防振レンズ群 $G_v$ のレンズ径を小型に出来るので好都合である。また、最終レンズ群 $G_L$ の全長やレンズ径を小さく構成出来る場合は、最終レンズ群 $G_L$ の全体を防振レンズ群 $G_v$ としても良い。

【0022】防振レンズ群 $G_v$ を2枚のレンズで構成して正屈折力とするときは、両凸レンズと物側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズとすることが望ましい。防振レンズ群 $G_v$ を3枚のレンズで構成して正屈折力とするときは、両凸レンズと両凹レンズと凸レンズにより構成することが好ましい。防振レンズ群 $G_v$ を2枚のレンズで構成して負屈折力とするときは、防振レンズ群 $G_v$ は少なくとも1枚の凹レンズを有し、且つ少なくとも1枚の凸レンズを有することが好ましい。

【0023】また、本発明のズームレンズを構成する何れかのレンズに屈折力分布型レンズや非球面レンズを用いれば、さらに良好な結像性能や防振性能が得られる。なお、本発明では、防振レンズ群 $G_v$ を光軸とほぼ直交

#### [レンズ諸元]

N o	r	d	v <sub>d</sub>	n <sub>d</sub>	n <sub>g</sub>	
1	662.5300	15.5000	82.52	1.497820	1.505265	$G_{11}$

する方向に移動させる方法を述べているが、防振レンズ群 $G_v$ を光軸上または光軸近傍の所定の点を中心に旋回運動させても良い。つまり、シフト成分以外にチルト成分を加えて防振駆動することにより、更に良好な防振光学性能が得られる。加えて、防振レンズ群 $G_v$ 中の一部のレンズ群を偏心駆動させて、防振することも可能である。なお、第1レンズ群中のいずれかの凸レンズ群を光軸上に動かして合焦しても良い。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について説明する。図1、図4及び図7は、それぞれ本発明の第1、第2及び第3実施例にかかるズームレンズのレンズ構成を示す図である。各実施例のズームレンズとも、本発明を非常に長焦点の超望遠ズームレンズに適用したものである。第1実施例のズームレンズは、物体側から順に、第1レンズ群 $G_1$ と、負の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ と、最終レンズ群 $G_L$ とからなる。また第2実施例と第3実施例のズームレンズは、物体側から順に、第1レンズ群 $G_1$ と、負の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ と、正の屈折力を有する第3レンズ群 $G_3$ と、最終レンズ群 $G_L$ とからなる。

【0025】各実施例とも、第1レンズ群 $G_1$ は物体側から順に、凸レンズ群 $G_{11}$ と、負の屈折力を有する合焦レンズ群 $G_{1N}$ と、凸レンズ群 $G_{12}$ とからなる。最終レンズ群 $G_L$ は、防振レンズ群 $G_v$ を含んでいる。各実施例とも、合焦レンズ群 $G_{1N}$ を光軸方向に移動することによって合焦を行い、防振レンズ群 $G_v$ を光軸とほぼ直交する方向に移動することによって防振補正を行っている。また第1実施例では、第2レンズ群 $G_2$ と最終レンズ群 $G_L$ とを光軸方向に移動することによって変倍を行っており、第2実施例と第3実施例では、第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ とを光軸方向に移動することによって変倍を行っている。

【0026】以下の表1～表3に、それぞれ第1～第3実施例の諸元を示す。各表の【レンズ諸元】中、第1欄N oは物体側からの各レンズ面の番号、第2欄rは各レンズ面の曲率半径、第3欄dは各レンズ面の間隔、第4欄v<sub>d</sub>は各レンズのd線( $\lambda = 587.6\text{nm}$ )を基準としたアベ数、第5欄n<sub>d</sub>と第6欄n<sub>g</sub>はそれぞれ各レンズのd線とg線( $\lambda = 435.8\text{nm}$ )に対する屈折率、第7欄は各レンズの属する群番号を表す。また【防振データ】中、防振レンズ群 $G_v$ と像の移動は、光路図上で上方を正としている。また以下の表4に、前記各条件式(1)～(13)に関連する諸値と、各条件式(1)～(13)の値とを示す。

#### 【0027】

#### 【表1】

2	-1317.3200	2.0000				
3	366.1710	27.0000	82.52	1.497820	1.505265	$G_{11}$
4	-595.5800	8.2000				
5	-550.7400	7.0000	35.19	1.749501	1.776948	$G_{11}$
6	936.3600	0.3000				
7	269.9760	19.0000	82.52	1.497820	1.505265	$G_{11}$
8	4433.9970	(d <sub>8</sub> )				
9	-721.9200	4.5000	25.50	1.804581	1.846310	$G_{1N}$
10	-331.9570	3.8000	55.60	1.696800	1.712319	$G_{1N}$
11	147.0490	9.0000				
12	-708.3800	9.8000	25.50	1.804581	1.846310	$G_{1N}$
13	-93.4900	2.8000	40.90	1.796310	1.821068	$G_{1N}$
14	574.5604	(d <sub>14</sub> )				
15	2151.5997	4.2000	35.19	1.749501	1.776948	$G_{12}$
16	279.0760	11.6000	82.52	1.497820	1.505265	$G_{12}$
17	-133.6300	(d <sub>17</sub> )				
18	145.2250	7.3000	28.19	1.740000	1.774461	$G_2$
19	-190.6860	2.9000	51.09	1.733500	1.751403	$G_2$
20	103.6120	7.0000				
21	-165.4190	3.7000	45.37	1.796681	1.818801	$G_2$
22	338.4810	0.1000				
23	88.7090	4.0000	32.17	1.672700	1.699894	$G_2$
24	91.6570	(d <sub>24</sub> )				
25	107.8234	8.9000	60.03	1.640000	1.653133	$G_L$
26	-1108.1819	4.0000	40.90	1.796310	1.821068	$G_L$
27	108.4408	5.0000				
28	195.2262	8.1000	70.41	1.487490	1.495932	$G_L$
29	-183.0491	3.0000				
30	364.4336	5.7000	70.41	1.487490	1.495932	$G_L G_V$
31	-492.4989	4.0000				
32	-220.0000	1.0000	35.51	1.595071	1.616844	$G_L G_V$
33	263.8906	2.0000				
34	224.0339	5.7000	37.90	1.723421	1.748045	$G_L G_V$
35	-427.9968	(d <sub>35</sub> )				
36	(開口絞り)	87.7401				
37	(固定絞り)	93.5094				
38	$\infty$	2.0000	64.10	1.516800	1.526703	
39	$\infty$	119.7163				

## [可変間隔]

	広角端	望遠端
d <sub>8</sub>	174.55565	174.55565
d <sub>14</sub>	16.15305	16.15305
d <sub>17</sub>	84.61909	99.46369
d <sub>24</sub>	53.41727	1.58577
d <sub>35</sub>	25.68265	62.66245

## [防振データ]

防振レンズ群G<sub>V</sub>移動量 :  $\Delta S = +5$ 

像の移動量 広角端 : +3.970

望遠端 : +4.395

## [レンズ諸元]

N o	r	d	v <sub>d</sub>	n <sub>d</sub>	n <sub>e</sub>	
1	308.9479	12.0000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>11</sub>
2	-789.7229	0.5000				
3	138.1325	5.6000	31.62	1.756920	1.787940	G <sub>11</sub>
4	94.2767	20.0000	82.52	1.497820	1.565260	G <sub>11</sub>
5	538.8153	(d <sub>5</sub> )				
6	-2329.7471	3.5000	53.93	1.713000	1.729410	G <sub>1N</sub>
7	163.1848	5.0000				
8	-400.1187	3.5000	49.52	1.744430	1.763210	G <sub>1N</sub>
9	142.8639	1.5000				
10	147.9907	6.7000	31.08	1.688930	1.717750	G <sub>1N</sub>
11	-903.7688	(d <sub>11</sub> )				
12	234.0780	5.5000	60.14	1.620410	1.633140	G <sub>12</sub>
13	-708.1720	0.2000				
14	186.2251	3.6000	27.61	1.755200	1.791120	G <sub>12</sub>
15	125.5000	7.2000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>12</sub>
16	-452.3328	(d <sub>16</sub> )				
17	7497.9146	2.1000	58.50	1.651600	1.665380	G <sub>2</sub>
18	70.7008	5.0000				
19	-75.6345	2.3000	53.93	1.713000	1.729410	G <sub>2</sub>
20	65.0000	4.0000	23.01	1.860740	1.910650	G <sub>2</sub>
21	332.1910	(d <sub>21</sub> )				
22	182.5239	7.2000	58.54	1.612720	1.625690	G <sub>3</sub>
23	-50.2000	2.4000	31.62	1.756920	1.787940	G <sub>3</sub>
24	-130.1925	(d <sub>24</sub> )				
25	(開口絞り)	0.5000				
26	112.9942	4.6000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>L</sub>
27	245.8845	2.0000				
28	158.9831	3.0000	54.55	1.514540	1.526319	G <sub>L</sub> G <sub>V</sub>
29	477.1798	4.8000				
30	300.0000	3.0000	38.03	1.603420	1.623810	G <sub>L</sub> G <sub>V</sub>
31	118.8950	4.0000				
32	150.8241	4.0000	47.07	1.670030	1.688063	G <sub>L</sub> G <sub>V</sub>
33	-4987.1629	3.0000				
34	(固定絞り)	34.6000				
35	153.6804	4.7000	53.48	1.547390	1.560219	G <sub>L</sub>
36	42.5831	2.0000				
37	50.1508	1.8000	45.37	1.796680	1.818790	G <sub>L</sub>
38	47.4766	5.5000	69.98	1.518601	1.527667	G <sub>L</sub>
39	152.6898	131.3130				

## [可変間隔]

	広角端	望遠端
d <sub>5</sub>	68.43775	68.43775
d <sub>11</sub>	26.85652	26.85652
d <sub>16</sub>	4.68513	50.91943
d <sub>21</sub>	75.62639	1.23629
d <sub>24</sub>	10.00216	38.15796

## [防振データ]

防振レンズ群G<sub>V</sub>移動量: Δ S = +2

像の移動量： 広角端： $-1.404$   
望遠端： $-1.404$

【表3】

【0029】

## [レンズ諸元]

No	r	d	v <sub>a</sub>	n <sub>a</sub>	n <sub>s</sub>	
1	308.9479	12.0000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>11</sub>
2	-789.7229	0.5000				
3	138.1325	5.6000	31.62	1.756920	1.787940	G <sub>11</sub>
4	94.2767	20.0000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>11</sub>
5	538.8153	(d <sub>5</sub> )				
6	-2329.7471	3.5000	53.93	1.713000	1.729410	G <sub>1N</sub>
7	163.1848	5.0000				
8	-400.1187	3.5000	49.52	1.744430	1.763210	G <sub>1N</sub>
9	142.8639	1.5000				
10	147.9907	6.7000	31.08	1.688930	1.717750	G <sub>1N</sub>
11	-903.7688	(d <sub>11</sub> )				
12	234.0780	5.5000	60.14	1.620410	1.633140	G <sub>12</sub>
13	-708.1720	0.2000				
14	186.2251	3.6000	27.61	1.755200	1.791120	G <sub>12</sub>
15	125.5000	7.2000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>12</sub>
16	-452.3328	(d <sub>16</sub> )				
17	7497.9146	2.1000	58.50	1.651600	1.665380	G <sub>2</sub>
18	70.7008	5.0000				
19	-75.6345	2.3000	53.93	1.713000	1.729410	G <sub>2</sub>
20	65.0000	4.0000	23.01	1.860740	1.910650	G <sub>2</sub>
21	332.1910	(d <sub>21</sub> )				
22	182.5239	7.2000	58.54	1.612720	1.625690	G <sub>3</sub>
23	-50.2000	2.4000	31.62	1.756920	1.787940	G <sub>3</sub>
24	-130.1925	(d <sub>24</sub> )				
25	(開口絞り)	0.5000				
26	101.9817	4.6000	82.52	1.497820	1.505260	G <sub>L</sub>
27	393.7533	2.0000				
28	275.7897	3.0000	32.17	1.672700	1.699894	G <sub>L</sub> G <sub>V</sub>
29	784.8842	2.0000				
30	700.0000	3.0000	39.82	1.869940	1.897730	G <sub>L</sub> G <sub>V</sub>
31	142.7415	4.0000				
32	130.8911	4.0000	47.07	1.670030	1.688063	G <sub>L</sub>
33	2674.1894	3.0000				
34	(固定絞り)	34.6000				
35	156.4656	4.7000	64.10	1.516800	1.526703	G <sub>L</sub>
36	-129.8808	7.8415				
37	-95.5445	1.8000	49.45	1.772789	1.792324	G <sub>L</sub>
36	50.1655	5.5000	54.55	1.514540	1.526319	G <sub>L</sub>
39	-139.3284	115.8756				

## [可変間隔]

	広角端	望遠端
d <sub>5</sub>	68.43775	68.43775
d <sub>11</sub>	26.85652	26.85652
d <sub>16</sub>	4.68513	50.91943
d <sub>21</sub>	75.62639	1.23629

$d_{24}$  14.49508 42.65088

## [防振データ]

防振レンズ群G<sub>v</sub>移動量:  $\Delta S = +1.5$ 

像の移動量: 広角端: +0.896

望遠端: +0.896

【0030】

【表4】

実施例番号	1	2	3
$\Delta S$	5	2	1.5
$f_L$	171.689	225.000	225.000
$f_v$	433.887	272.470	-312.334
$f_{1N}$	-122.298	-160.000	-160.000
$f_1$	895.485	235.000	235.000
$f_2$	-116.401	-51.500	-51.500
$f_3$	—	160.000	160.000
$r_{vL}$	-427.997	-4987.1629	142.7415
$L$	18.4	18.8	8
$Z$	1.417	3.000	3.000
$L_{1N}$	174.556	68.438	68.438
$f_w$	1200.15	200.000	200.000
$f_t$	1699.706	599.998	599.998
$L_A$	43.2	43.2	43.2
(1) $\Delta S /  f_L $	0.0291	0.00889	0.00667
(2) $ f_v  / f_L$	2.527	1.211	1.388
(3) $ f_{1N}  / f_1$	0.137	0.681	0.681
(4) $ r_{vL}  / f_v$	0.986	18.304	0.457
(5) $L / f_L$	0.107	0.0836	0.0356
(6) $\Delta n$	0.107581	0.08888	0.19724
(7) $\Delta v$	34.9	16.52	7.65
(8) $ f_2  / f_1$	0.130	0.219	0.219
(9) $f_L / f_3$	—	1.406	1.406
(10) $L_{1N} / f_1$	0.195	0.291	0.291
(11) $f_1 / (f_w \cdot Z)$	0.527	0.392	0.392
(12) $f_t / L_A$	39.345	13.889	13.889
(13) $f_w / L_A$	27.781	4.630	4.630

【0031】図2と図3に、それぞれ第1実施例の広角端と望遠端での球面収差、非点収差、歪曲収差、及び横収差を示す。横収差(A)は防振レンズ群G<sub>v</sub>を光軸上に配置した状態を示し、横収差(B)は防振レンズ群G<sub>v</sub>を光軸と直交する方向に $\Delta S$ だけ移動して防振補正を行った状態を示す。同様に図5と図6に、それぞれ第2実施例の広角端と望遠端での諸収差を示し、図8と図9に、それぞれ第3実施例の広角端と望遠端での諸収差を示す。各収差図において、F<sub>No</sub>はFナンバー、Yは像高を表す。非点収差図中、実線Sはサジタル像面を示し、破線Mはメリディオナル像面を示す。各収差図から明らかなように、各実施例とも、各焦点距離状態において防振時も含めて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば防振機能を備え、長焦点

を有し、写真用およびビデオ用等に好適な高性能のズームレンズを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1実施例のレンズ構成図

【図2】本発明による第1実施例の広角端での諸収差図

【図3】本発明による第1実施例の望遠端での諸収差図

【図4】本発明による第2実施例のレンズ構成図

【図5】本発明による第2実施例の広角端での諸収差図

【図6】本発明による第2実施例の望遠端での諸収差図

【図7】本発明による第3実施例のレンズ構成図

【図8】本発明による第3実施例の広角端での諸収差図

【図9】本発明による第3実施例の望遠端での諸収差図

## 【符号の説明】

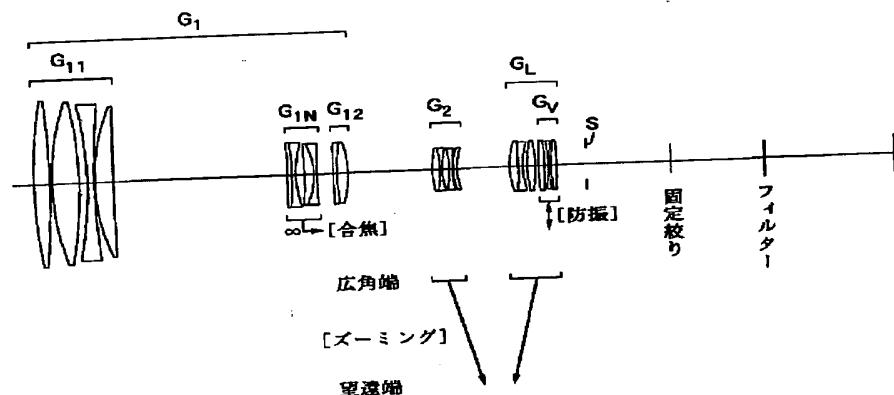
 $G_1 \cdots$  第1レンズ群 $G_{1N} \cdots$  合焦レンズ群 $G_{11}, G_{12} \cdots$  凸レンズ群 $G_2 \cdots$  第2レンズ群 $G_3 \cdots$  第3レンズ群 $G_L \cdots$  最終レンズ群

$G_v$ …防振レンズ群

S…開口絞り

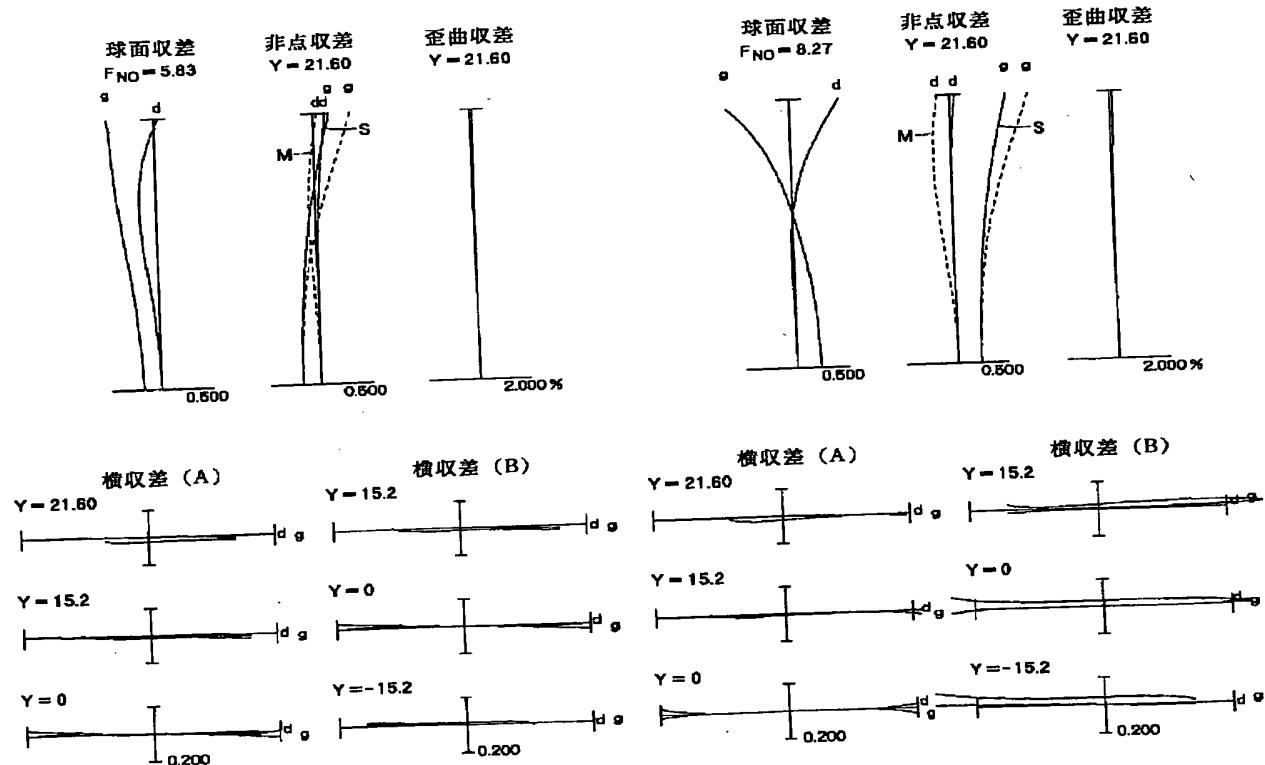
F S…固定絞り

【図 1】

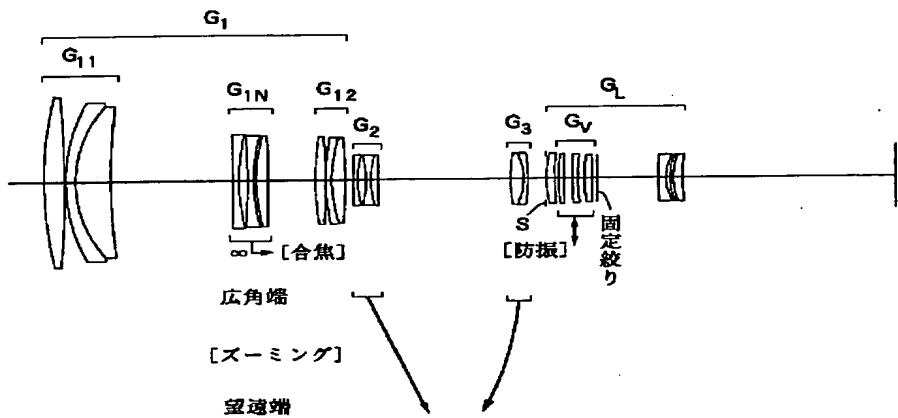


【図 2】

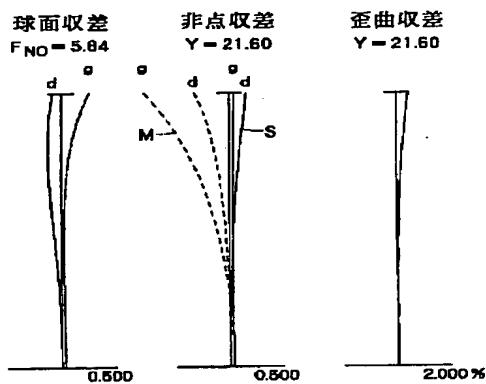
【図 3】



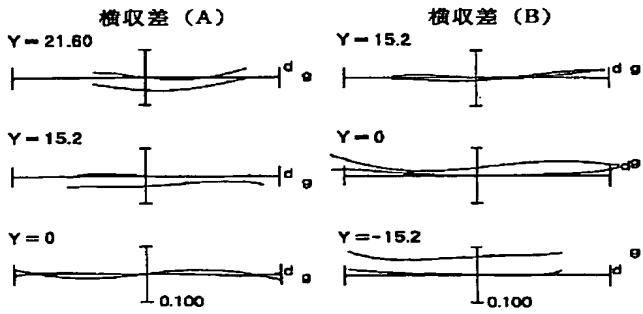
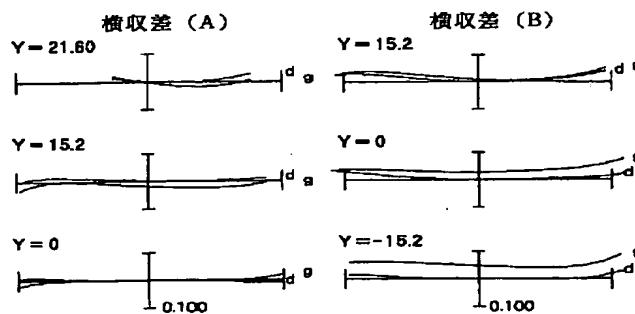
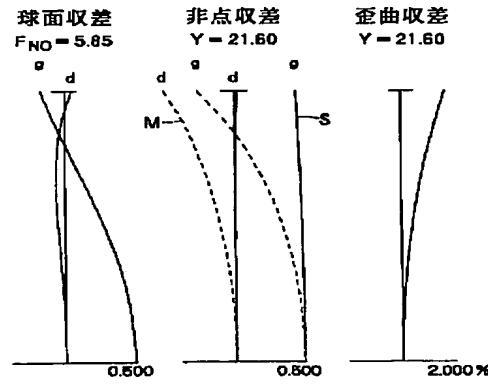
【図 4】



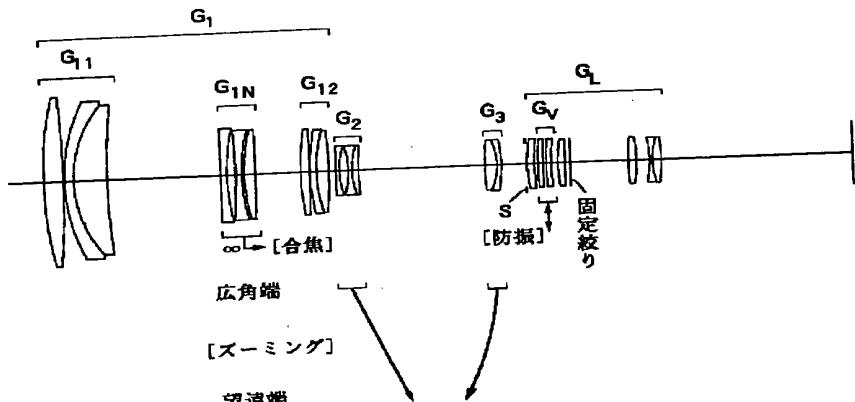
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

【図 9】

